10-1 九州地方とその周辺の地震活動(2018年11月~2019年4月) Seismic Activity in and around the Kyushu District (November 2018-April 2019)

気象庁 福岡管区気象台 Fukuoka Regional Headquarters, JMA

今期間,九州地方とその周辺でM4.0以上の地震は47回,M5.0以上の地震は6回発生した.このうち最大のものは,2019年1月8日に種子島近海で発生したM6.0の地震である.

2018年11月~2019年4月のM4.0以上の地震の震央分布を第1図(a)及び(b)に示す. 主な地震活動は以下のとおりである.

(1) 種子島近海の地震(M5.2, 最大震度3, 第2図)

2018 年 11 月 21 日 04 時 09 分に種子島近海の深さ 123km で M5.2 の地震(最大震度 3)が発生した.この地震は,発震機構(CMT 解)がフィリピン海プレートの沈み込む方向に張力軸を持つ型で,フィリピン海プレート内部で発生した.

(2) 熊本県熊本地方の地震(最大M5.1,最大震度6弱,第3図(a)~(n))

2019年1月3日18時10分に熊本県熊本地方の深さ10kmでM5.1の地震(最大震度6弱)が発生した.この地震は、地殻内で発生した.発震機構は、南北方向に張力軸を持つ横ずれ断層型であった.この地震の発生以降、震源付近で地震活動が活発になり、1月26日14時16分に発生したM4.3の地震(最大震度5弱)を含め、2月末までに震度1以上を観測した地震が10回発生した.

これらの地震活動の領域は、平成28年(2016年)熊本地震の一連の地震活動域から北に約20km離 れている.1月3日の地震の前後には、平成28年(2016年)熊本地震の一連の地震活動に特段の変化 は観測されなかった.

これらの地震活動をDouble Difference法¹⁾により震源再決定を行ったところ,北西-南東方向に 延びる約5kmの領域の震源分布が得られ,発震機構解とも調和的な結果となった.

(3) 奄美大島近海の地震(M4.0, 最大震度4, 第4図)

2019年1月8日10時01分に奄美大島近海の深さ9kmでM4.0の地震(最大震度4)が発生した.この地震は,陸のプレートの地殻内で発生した.

(4) 種子島近海の地震(最大M6.0,最大震度4,第5図(a)~(d))

2019年1月8日21時39分に種子島近海の深さ30kmでM6.0の地震(最大震度4)が発生した.発震機 構(CMT解)は、北西-南東方向に圧力軸を持つ逆断層型であった.この地震の後、地震活動がや や活発になり、3月30日05時55分にもほぼ同じ場所でM5.0の地震(最大震度3)が発生した.発震機 構(CMT解)は、西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型であった.これらの地震はフィリピ ン海プレートと陸のプレートの境界で発生した.

1月8日のM6.0以降の地震活動について, Double-Difference法¹⁾ により震源再決定を行った結果, 比較的読み取り誤差の大きいS相の影響により,実際よりも西北西-東南東方向に長い分布に見え ていることが示唆された.また,近地強震波形による震源過程解析の結果(すべり域の大きさは, 走向方向に約15km, 傾斜方向に15km)からも, 同様のことが示唆される.

(5) 奄美大島近海の地震(M4.9, 最大震度4, 第6図)

2019年2月10日14時34分に奄美大島近海の深さ36kmでM4.9の地震(最大震度4)が発生した.この 地震の発震機構(CMT解)は北西-南東方向に張力軸を持つ正断層型であった.

(6) 日向灘の地震(最大M5.4,最大震度4,第7図(a)~(d))

2019年3月27日09時11分に日向灘の深さ15kmでM5.4の地震(最大震度3)が発生した.また,同 日15時38分にその近傍でM5.4の地震(最大震度4)が発生した.これらの地震は,発震機構(CMT 解)が西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で,フィリピン海プレートと陸のプレートの境 界で発生した.この付近では2014年8月29日にM6.0の地震が発生している.この時は数時間前から 最大M4.2の前震活動を伴い,M6.0の地震発生後数日程度,活発な活動が続いた.

参考文献

1) Waldhauser, F. and W. L. Ellsworth : A Double-Difference Earthquake Location Algorithm: Method and Application to the Northern Hayward Fault, California, Bull. Seism. Soc. AM., 90, 1353-1368 (2000).



九州地方とその周辺の地震活動(2018年11月~2019年1月、M≧4.0)

第1図(a) 九州地方とその周辺の地震活動(2018年11月~2019年1月, M≧4.0, 深さ≦700km) Fig. 1(a) Seismic activity in and around the Kyushu district (November 2018 – January 2019, M≧4.0, depth≦700 km).

図中の吹き出しは、陸域M4.0以上・海域M5.0以上

九州地方とその周辺の地震活動(2019年2月~4月、M≧4.0) 2019 02 01 00:00 -- 2019 04 30 24:00 100km N=18 2019年3月11日 an 38km M4.6 20 J.J. 34° N 8 2019年3月27日 09時11分 15km M5.4(CMT) Q 31° N 2019年3月27日 15時38分 21km 洒 M5.4 (CMT) 1 \triangle ø a depth (km) 0 2019年3月30日 ○ 30
 80
 □ 150
 300 Ο 32km M5.0 М 0 (CMT) 28° N \bigcirc ß) 7.0 6.0 5.0 ≙ √ 700 0 4.0 \triangle 133° E 127°E 130° E

図中の吹き出しは、陸域M4.0以上・海域M5.0以上

第1図(b) つづき (2019年2月~4月, M≧4.0, 深さ≦700km) Fig. 1(b) Continued (February – April 2019, M≧4.0, depth≦700 km).





Fig. 2 The earthquake near Tanegashima Island on November 21, 2018.

1月3日、26日 熊本県熊本地方の地震

(1) 概要

2019年1月3日18時10分に熊本県熊本地方の深さ10kmでM5.1の地震が発生し、熊本県和水(なごみ)町で震度6弱を観測したほか、九州地方、四国地方、中国地方で震度5弱~1を観測した。気象庁はこの地震に対して、最初の地震波の検知から6.0秒後の18時10分35.8秒に緊急地震速報(警報)を発表した。発震機構は南北方向に張力軸を持つ横ずれ断層型である。この地震により、熊本県で重傷1人、軽傷3人、住家一部破損7棟の被害が生じた(1月11日17時30分現在、総務省消防庁による)。また、1月26日14時16分には、この地震の震源付近の深さ10kmでM4.3の地震が発生し、熊本県和水町で震度5弱を観測したほか、九州地方で震度4~1を観測した。この地震の発震機構は南北方向に張力軸を持つ型である。この地震による被害は報告されていない。これらの地震は地殻内で発生した。

熊本地方気象台は、震度6弱を観測した震度観測点及びその周辺を中心に、震度観測点の観測環境 の変化有無及び震度観測点周辺の被害や揺れの状況の確認のため被害状況調査を実施した。その結果、 震度観測点の観測環境に異常は認められなかった。また、同台は地方公共団体の防災対応を支援する ため、熊本県庁と和水町役場に気象庁防災対応支援チーム(JETT)を派遣した。

(2) 地震活動

ア・地震の発生場所の詳細及び地震の発生状況

2019年1月3日18時10分に熊本県熊本地方の深さ10kmでM5.1の地震(最大震度6弱)が発生した。この地震の発生以降、震源付近で地震活動が活発になり、31日までに震度1以上を観測した地震が8回発生した。M5.1の地震の次に規模の大きな地震は、26日14時16分のM4.3の地震(最大震度5弱)である。地震活動は北西-南東方向に延びる長さ約5kmの領域を中心に発生しており、減衰しつつも継続している。



第3図(a) 2019年1月3日, 2019年1月26日 熊本県熊本地方の地震

Fig. 3(a) The earthquakes in Kumamoto region of Kumamoto Prefecture on January 3 and 26, 2019.

イ.発震機構

1997 年 10 月 1 日から 2019 年 1 月 31 日までに発生した地震の発震機構を図 2 - 4 に示す。周辺で 発生した地設内の地震は、発震機構が概ね南北方向に張力軸を持つ型が多い。2019 年 1 月に発生した 地震の発震機構を図 2 - 5 に示す。今回の地震活動で発生した M3.5 以上の地震の発震機構は南北方 向に張力軸を持つ型であり、これまでの活動と調和的であった。



ウ. 過去の地震活動

1923年以降の活動をみると、今回の地震の震央周辺(領域 c)では、M5.0以上の地震が4回発生している。1966年11月12日に発生した M5.5の地震(最大震度3)では、屋根瓦や壁の崩れなどの被害が生じた。また、今回の地震は、「平成28年(2016年)熊本地震」の一連の地震活動域から約20km 離れている。「平成28年(2016年)熊本地震」では、死者272人、負傷者2,808人、住家全壊8,668棟などの被害が生じた(2018年10月15日現在、総務省消防庁による)。



第3図(b) つづき Fig. 3(b) Continued.

(3) 震度と加速度

1月3日18時10分のM5.1の地震により震央付近の熊本県和水町江田で震度6弱、玉東町木葉、熊本 北区植木町で震度5弱の揺れを観測した。その後、この地震による活動域内で26日14時16分に発生し たM4.3の地震により和水町江田で震度5弱を観測した。

ア.1月3日18時10分のM5.1の地震の震度と加速度

震度分布図を図3−1に示す。震度5弱以上を観測した震度観測点の計測震度及び最大加速度を次 項の表に示す。



図3-1 2019年1月3日18時10分のM5.1の地震の震度分布図及び推計震度分布図(+印は震央を表す。)

第3図(c) つづき Fig. 3(c) Continued.

都道府県	市区町村	観測点名	震度	計測 震度	最大加速度(gal = cm/s/s)				震央
					合成	南北 成分	東西 成分	上下 成分	距離 (km)
熊本県	和水町	和水町江田 *	6弱	5.5	391.2	261.7	376.7	235.5	10.4
熊本県	玉東町	玉東町木葉 *	5弱	4.6	223.3	154.0	192.5	117.2	16.8
熊本県	熊本市北区	熊本北区植木町*	5弱	4.6	246.3	164.6	235.4	121.6	25.0

- 表 3 1 2019 年 1 月 3 日 18 時 10 分 熊本県熊本地方の地震の計測震度及び最大加速度(震度 5 弱以上) 観測点名の*印は、地方公共団体または国立研究開発法人防災科学技術研究所の震度観測点を示す
 - 1月26日14時16分のM4.3の地震の震度 震度分布図を図3-2に示す。



図3-2 2019年1月26日14時16分のM4.3の地震の震度分布図及び推計震度分布図(+印は震央を表す。)

第3図(d) つづき Fig. 3(d) Continued.

1月3日、26日 熊本県熊本地方の地震 地震活動の詳細(1月31日24時00分現在)



第3図(e) つづき Fig. 3(e) Continued.

2019年1月3日 熊本県熊本地方の地震(M5.1)のDD法

使用データ: 2019年1月3日18:00~1月31日24:00、フラグKkA、M0.5以上

一元化→観測点限定·補正→波形相関DD



観測点限定・補正、波形相関DD法に使 用した観測点



Fig. 3(f) Continued.

1月3日の熊本県熊本地方の地震活動(周辺の発震機構)



熊本県熊本地方の地震(余震発生確率)



大森・宇津+GR則による余震発生確率等(M≧1.0を使用)

・1月26日M4.3発生前の値





第3図(h) つづき Fig. 3(h) Continued.

ETAS+モンテカルロシミュレーションによる予測(M≧1.0を使用)

·1月26日M4.3発生前の値





第3図(j) つづき Fig. 3(j) Continued.

周辺のP波初動解の断層面解に対する熊本地震の各断層モデルによるΔCFF(1) 受け手断層は気象庁p波初動解(一元化以降、20km以浅)の両方の節面を使用し、各地震の一元化震源の深さで計算



Fig. 3(k) Continued.

周辺のP波初動解の断層面解に対する熊本地震の各断層モデルによるΔCFF(2) 受け手断層は気象庁p波初動解(ー元化以降、20km以浅)の両方の節面を使用し、それぞれの地震の一元化震源の深さで計算



第3図(1) つづき Fig. 3(1) Continued. 1月3日熊本地方の地震(M5.1)の断層面解に対する熊本地震の各断層モデルによるΔCFFの水平分布 受け手断層は、1月3日熊本地方の地震(M5.1)の断層面解として気象庁P波初動解の(299,71,-43)を使用し、同地震の一元化震源の深さ(10km)で計算





第3図(m) つづき Fig. 3(m) Continued. 1月3日熊本地方の地震(M5.1)付近の断層面解に対する熊本地震の国土地理院断層モデルによるΔCFF

入力断層として、国土地理院による熊本地震のM6.5・M6.4、M7.3、余効変動の3モデル(※1,3,4)を全て使用し、足し合わせて計算。





第3図(n) つづき Fig. 3(n) Continued.

1月8日 奄美大島近海の地震



1997年1月18日 980 000 b 29" N 今回の地震の 2006年11月18日 M6.0 震央位置 1970年1月1日 1941年7月24日 M6.1 2001年12月9日 28° N M6.0 徳之島 M 1951年3月6日 7.0 1933年6月4日 🧼 沖永良部島 M6. 0 6.0 5.5 129"E 1.30*

2019年1月8日10時01分に奄美大島近海の深さ 9kmでM4.0の地震(最大震度4)が発生した。こ の地震は、陸のプレートの地殻内で発生した。

1997年10月以降の活動をみると、今回の地震の 震央付近(領域 a) は地震活動が活発な領域で、 M4.0以上の地震が時々発生している。2015年5月 22日にはM5.1の地震(最大震度5弱)が発生した。

1923年以降の地震活動をみると、今回の地震の 震央周辺(領域b)ではM6.0以上の地震が7回発 生している。1970年1月1日に発生したM6.1の地 震では負傷者5人、住家一部破損1,462棟などの被 害が生じた(被害は「日本被害地震総覧」による)。 また、2001年12月9日に発生したM6.0の地震(最 大震度5強)では、住家一部損壊1棟などの被害 が生じた(被害は総務省消防庁による)。



領域b内のM-T図 N=16 7 6 1930 1940 1950 1960 1980 1990 2000 2010 1970 (この期間は検知能力が低い)

第4図 2019年1月8日 奄美大島近海の地震

Fig. 4 The earthquake in and around Amami-oshima Island on January 8, 2019.

М

5



1月8日、3月30日 種子島近海の地震

2019年1月8日21時39分に種子島近海の深さ 30kmでM6.0の地震(最大震度4、今回の地震①)が 発生した。この震央付近で、2019年3月30日05時55 分にも深さ32kmでM5.0の地震(最大震度3、今回の 地震②)が発生した。発震機構(CMT解)は、M6.0 の地震が北西-南東方向、M5.0の地震が西北西-東 南東方向にそれぞれ圧力軸を持つ逆断層型で、これ らはフィリピン海プレートと陸のプレートの境界 で発生した。

1997年10月以降の活動をみると、今回の地震の震 源付近(領域b)は地震活動が活発な領域で、M4.0 以上の地震が時々発生している。

1922年以降の地震活動をみると、今回の地震の震 央周辺(領域 c)ではM6.0以上の地震が7回発生し ている。このうち、1996年10月18日にはM6.4の地震 (最大震度4)が発生し、種子島で17cmの津波を観 測した。



第5図(a) 2019年1月8日, 2019年3月30日 種子島近海の地震 Fig. 5(a) The earthquakes near Tanegashima Island on January 8 and March 30, 2019.



1月8日 種子島近海の地震(地震活動分布・DD法)

M6.0の地震に引き続く地震活動の分布は西北西-東南東方向に約40kmの拡がりがあり、マグニチュードから推定 される断層長よりもはるかに長い拡がりとなっている。

これらの震源分布の相対的な位置関係を見るため、上図の震源について、観測点限定と観測点補正を行った上で、 波形相関DD法による震源再決定を行った。その際、P相の検測値のみを使用した場合とP相、S相の検測値を使用 した場合で比較を行った。



上図の「P相のみ」と「P相+S相」の震央位置比較 赤丸の位置が「P相のみ」、赤丸から伸びる直線の先が「P相+S相」の震央位置



P相のみで相対的な位置を計算した場合には、M6.0の地震の震源付近にまとまった分布と沖合に疎らな分布がみられる。一方で、S相を入れた場合には、M6.0の震源から東南東方向に伸びるような分布がみられる。

ー元化震源の分布は、比較的読み取り誤差の大きいS相の 影響により、実際よりも西北西ー東南東方向に長い分布に 見えている可能性がある。

第5図(b) つづき Fig. 5(b) Continued.

2019 年 1 月 8 日 種子島近海の地震 - 近地強震波形による震源過程解析(暫定)-

2019年1月8日21時39分(日本時間)に種子島近海で発生した地震(M_{JMA}6.0)について、国立研究開発法人防災科学技術研究所の強震観測網(K-NET、KiK-net)及び気象庁震度計の近地強震波形を用いた 震源過程解析を行った。

破壊開始点は、気象庁による震源の位置(30°34.3′N、131°09.8′E、深さ30km)とした。断層面は Global CMT 解の2枚の節面のうち、西北西傾斜の面(走向207°、傾斜22°)を仮定して解析した。最 大破壊伝播速度は3.2km/sとした。理論波形の計算には、Koketsu et al. (2012)の結果から設定した地下構 造モデルを用いた。主な結果は以下のとおり(この結果は暫定であり、今後更新することがある)。

- ・主なすべり域の大きさは走向方向に約15km、傾斜方向に約15kmであった。
- ・主なすべりは破壊開始点から東に広がり、最大すべり量は 0.2m であった(周辺の構造から剛性率を 65GPa として計算)。
- ・主な破壊継続時間は約15秒であった。
- ・モーメントマグニチュードは6.3 であった。

結果の見方は、http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/sourceprocess/about_srcproc.html を参照。



第5図(c) つづき Fig. 5(c) Continued.

観測波形(黒:0.05Hz-0.2Hz)と理論波形(赤)の比較



(秒)

残差 0.3130





謝辞 国立研究開発法人防災科学技術研究所の強震観測網(K-NET、KiK-net)を使用しました。

参考文献

Koketsu, K., H. Miyake and H. Suzuki, Japan Integrated Velocity Structure Model Version 1, paper no. 1773. Paper Presented at the 15th World Conference on Earthquake Engineering, International Association for Earthquake Engineering, Lisbon, 24-28 Sept. 2012.

> 第5図(d) つづき Fig. 5(d) Continued.

2月10日 奄美大島近海の地震

2019年2月10日14時34分に奄美大島近海の深さ 36kmでM4.9の地震(最大震度4)が発生した。この 地震は、発震機構(CMT解)が北西-南東方向に張 力軸を持つ正断層型である。また、2月19日17時09 分にほぼ同じ場所でM4.1の地震(最大震度3)が発 生した。

1997年10月以降の活動をみると、今回の地震の 震央付近(領域 a)は地震活動が活発な領域で、 M4.0以上の地震が時々発生している。

1923年以降の活動をみると、今回の地震の震央 周辺(領域b)ではM6.0以上の地震が6回発生して いる。1970年1月1日に発生したM6.1の地震では、 負傷者5人、住家一部破損1,462棟などの被害が生 じた(被害は「日本被害地震総覧」による)。また、 2001年12月9日に発生したM6.0の地震(最大震度 5強)では、住家一部損壊1棟などの被害が生じた (被害は総務省消防庁による)。



震央分布図

深さO~50km、M≧2.5)

(1997年10月1日~2019年2月28日

30"1

28°

B



深さ0~100km、M≧5.5) 504 N=86 領域
b
内の
M
T
図 980 1997年1月18日 000 1951年3月6日 29° M b 7 7 an 1970年1月1日 1941年7月24日 M6.1 2001年12月9日 6 M6.0 28* 5 今回の地震の 1933年6月4日 7.0 M6.0 震央位置 6.0 Too 1930 1940 1950 1960 1970 1980 1990 2000 2010 5.5 129°E 130° E (この期間は地震検知能力が低い)



Fig. 6 The earthquake in and around Amami-oshima Island on February 10, 2019.





3月27日 日向灘の地震

N=8727

う回の対

2019年3月27日 15時38分 21km M5.4

()

震央分布図

深さ0~100km、M≧2.0) 2019年3月の地震を濃く表示

図中の発震機構は CMT 解

大分県

a

50km

(1997年10月1日~2019年3月31日

2019年3月27日09時11分に日向灘の深さ15kmで M5.4の地震(最大震度3)が発生した。また、同 日15時38分にほぼ同じ場所でM5.4の地震(最大震 度4)が発生した。これらの地震は、発震機構(CMT 解)が西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断層 型で、フィリピン海プレートと陸のプレートの境 界で発生した。

1997年10月以降の活動をみると、今回の地震の 震源付近(領域b)はM4.0以上の地震がしばしば 発生するなど地震活動が活発な領域である。最近 では、2014年8月29日にM6.0の地震(最大震度4) が発生した。



第7図(a) 2019年3月27日 日向灘の地震

Fig. 7(a) The earthquakes in the Hyuganada Sea on March 27, 2019.







132°E

日向灘(領域a)内のMT図・回数積算図

136°E

134°E

138°E





3月27日からの日向灘の活動のb値

Fig. 7(c) Continued.

2014年8月29日の日向灘の地震(M6.0)前後の活動

